

DOKTORI ÉRTEKEZÉS TÉZISEI

**FÉNYVISZONYOK ÉS AZ ALJNÖVÉNYZET KÖZÖTTI  
ÖSSZEFÜGGÉS VIZSGÁLATA ŐRSÉGI ERDŐKBEN**

TINYA FLÓRA

Témavezető:

Dr. Ódor Péter, tudományos munkatárs

Biológia Doktori Iskola

Vezető: Dr. Erdei Anna akadémikus, egyetemi tanár

Ökológia, Konzervációbiológia és Szisztematika Doktori Program

Vezető: Dr. Podani János, akadémikus, egyetemi tanár

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Növényrendszertani és Ökológiai Tanszék

Budapest

2011

# 1. Bevezetés és célkitűzések

Az erdei életközösségek a földi biodiverzitás igen jelentékeny részét, a szárazföldi fajok mintegy 90 százalékát őrzik. Saját létezési értékük mellett számtalan módon járulnak hozzá az emberi jóléthez is, ezért fennmaradásuk, fajgazdagságuk megőrzése az ember számára gyakorlati szempontból sem mellékes. Mivel azonban az erdők jórésze világszerte, és így hazánkban is erdészeti kezelés alatt áll, az erdei életközösségek megővását gazdasági erdőkben kell megvalósítanunk. Ehhez olyan technológiákat, erdészeti gyakorlatokat kell kialakítani, amelyek minél inkább figyelembe veszik a különféle erdei élőlénycsoportok környezeti igényeit, létfeltételeit. Kevés tudományos kutatással alátámasztott ismeret áll azonban e téren az erdész szakemberek rendelkezésére.

Dolgozatom egy nagyobb projekt keretein belül készült, amelynek célja összefüggések keresése a faállomány-szerkezet különféle sajátosságai, illetve a faállomány által meghatározott egyéb környezeti változók, valamint különféle élőlénycsoportok fajösszetétele, diverzitása között. A projekt eredményei egyrészt alap kutatás-jellegű kérdésekre is választ adnak, másrészt segítségükkel predikciókat lehet tenni arra nézve, hogy az adott típusú erdőben milyen jellegű faállomány-szerkezet kialakítása vezethet a különböző élőlénycsoportok minél nagyobb diverzitásához. Így a kapott modellek az erdészek számára a gyakorlatban is hasznosíthatóak lehetnek. A projekt során vizsgált háttérváltozó-csoportok a következők: az állományok fajokösszetétele, a faállomány szerkezete, a fényviszonyok, a mikroklima, az aljzattípusok aránya, a talaj- és avarviszonyok, a táji környezet, valamint a történeti adatok. A projektben vizsgált élőlénycsoportok pedig a talajszinten és fatörzseken élő mohák, a légyszárúak, a fasszárú magoncok, az újulati szint, a talajlakó, farontó, illetve fakorhasztó gombák, az epifiton zuzmók, a szaproxyl bogarak, a pókok, valamint a madarak.

Mivel az erdei aljnövényzet tömegessége, összetétele és diverzitása szempontjából az egyik legmeghatározóbb környezeti tényező a megvilágítottság, jelen disszertáció a fenti kérdéseken belül a fényviszonyok mint háttérváltozó és az aljnövényzet (légyszárúak, mohák, fasszárú magoncok) mint élőlénycsoport közötti összefüggések vizsgálatát tűzte ki célul. Vizsgálatunk hozzájárul az aljnövényzet fényigényének tudományos megismeréséhez, és ezen keresztül lehetőséget biztosít az erdei növényközösségek számára minél kedvezőbb körülményeket kialakító gazdálkodási módok tervezésére. Ezenkívül szeretnénk finomítani a különböző fénybecslési módszerek erdei körülmények között való alkalmazhatóságával kapcsolatos ismereteket.

*A kutatás kérdései a következők:*

- Melyek a legmegfelelőbb indirekt módszerek az erdei fényviszonyok jellemzésére?
  - ◆ Milyen mértékben függenek össze a különböző módszerekkel mért fényértékek?
  - ◆ Mennyire ad hasonló eredményt három különböző módszer egy aljnövényzeti változóval nézett összefüggését tekintve?
- Milyen kapcsolat mutatható ki az aljnövényzet (lágyszárúak, mohák, fászszerű magoncok) illetve a fényviszonyok között több, eltérő faállományú erdőt összehasonlítva?
  - ◆ Hogyan függenek össze az aljnövényzet közösségi változói (összetétel, összborítás, fajszám) a fényviszonyokkal?
  - ◆ Hogyan függ össze az egyes növényfajok borítása a fényviszonyokkal?
  - ◆ Mennyire tükrözik a fény-indikátor értékek a fajok fényre adott tényleges választát?
- Milyen kapcsolat mutatható ki az aljnövényzet (lágyszárúak, mohák, fászszerű magoncok) illetve a fényviszonyok között egyetlen, heterogén faállomány-szerkezetű és -összetételű állományon belül? Van-e kapcsolat a fény és az aljnövényzet térbeli mintázata között?
  - ◆ Hogyan függ össze az aljnövényzet összborítása a fényviszonyokkal?
  - ◆ Hogyan függ össze az egyes fajok borítása, illetve térbeli mintázata a fényviszonyokkal?

A projekt helyszíne az Őrségi Nemzeti Park területe. A kapott konkrét összefüggések és regressziós modellek így elsősorban az Őrségi tájban érvényesek, ezeket az itteni erdőgazdálkodás és természetvédelem alkalmazhatja leginkább. Mivel azonban vizsgálatunk általános tudományos kérdéseket is feltesz, eredményeink tágabb kontextusban értelmezhető összefüggésekre is rámutathatnak.

## 2. Anyag és módszer

### Adatgyűjtés

A kutatást az Őrségi Nemzeti Park 34 olyan erdőállományában végeztük, amelyeket – hasonló termőhelyi viszonyok között – a térségre jellemző fafajok (kocsányos és kocsánytalan tölgy, bükk, gyertyán, erdeifenyő, luc) változatos elegyarányban alkottak. 5x5 m<sup>2</sup>-es kvadrátokra osztott 30x30 m<sup>2</sup>-es mintaterületeken végeztük el a lágyszárú és mohafajok, valamint a fásszárú magoncok borításának becslését, valamint kvadrátonként a beérkező fény becslését. A mohák esetében külön regisztráltuk a talajszintben és a függőleges fatörzseken előforduló foltokat.

Módszertani kérdéseink megválaszolása érdekében 23 állományban háromféle módszerrel vizsgáltuk a fényviszonyokat: Az első az egyszerű, rácshálószerű ellátott homorú tükörből álló szférikus denziométer, amely a lombkorona záródáshiányát becsli. A második egy térben explicit számítógépes fény-modell (tRAYci), amely a faállomány mért paraméterei, valamint a földrajzi pozíció alapján számítja ki a beérkező fény mennyiségét. A harmadik esetben pedig a LAI-2000 Plant Canopy Analyzer műszerrel mértük a relatív diffúz fényt.

A fény és az aljnövényzet állományok közötti léptékű összefüggéseinek feltárásához 34 állomány adatait használtuk fel. Ebben az esetben a fényviszonyok jellemzésére a LAI-2000 műszert alkalmaztuk.

A megvilágítottság hatását az aljnövényzet állományon belüli, finom mintázataira a – heterogén fafajösszetétellel és fényviszonyokkal rendelkező – Szalafői Őserdőben kijelölt 55x55 m<sup>2</sup>-es mintaterületen vizsgáltuk. Ebben az esetben is 5x5 m<sup>2</sup>-es kvadrátokra osztottuk a mintaterületet, és ebben becsültük 11 előre kiválasztott lágyszárú, valamint az összes fásszárú faj borítását. Feljegyeztük továbbá a gypszint (lágý- és fásszárúak) és a mohaszint összborítását. A beérkező diffúz fény relatív mennyiségét e vizsgálat során is a LAI-2000 műszer segítségével határoztuk meg.

### Adatfeldolgozás

A módszertani elemzések során elsőként Spearman rang-korrelációt számoltunk a három módszerrel mért fényértékek között, mind az átlagok, mind a fényviszonyok heterogenitását jellemző variációs koefficiensek esetében. Az elemzés második részében – feltételezve, hogy a vad szeder (*Rubus fruticosus* agg.), mint fényigényes faj borítása összefüggést mutat a

diffúz fény mennyiségével – rang-korrelációt számoltunk az egyes módszerekkel kapott fényértékek és a szeder borítása között. Mindkét típusú elemzést elvégeztük az adatokat több térbeli léptékre összevonva  $5 \times 5 \text{ m}^2$ -től  $30 \times 30 \text{ m}^2$ -ig.

A 34 állományt összehasonlítottuk a fény és az aljnövényzet (lágyszárúak, mohák, fűszárú magoncok) összefüggéseinek feltárására egy- és többváltozós elemzéseket is végeztünk. Redundancia-analízis segítségével vizsgáltuk a fény hatását a különböző növénycsoportok fajösszetételére. A relatív diffúz fény mennyisége és a növénycsoportok közösségi változói (fajszám és összborítás), valamint a fajok egyedi borításértékei között Spearman rang-korrelációt számoltunk. A fajonkénti elemzéseket a módszertani vizsgálatokhoz hasonlóan öt különböző térléptékben végeztük.

A Szalafői Őserdőben gyűjtött adatok esetében az egyes változók (fény, az aljnövényzet összborítása, valamint a fajok borítása) egyedi mintázatait "four term local quadrat variance" (4TLQV) elemzéssel vizsgáltuk, a fény és az aljnövényzet mintázatának összefüggését pedig "four term local quadrat covariance" (4TLQC) módszerrel értékeltük.

### 3. Új tudományos eredmények

1. Eredményeink szerint a vizsgált három módszer közül zárt állományokban a tRAYci és a LAI-2000 hasonlóan jó eredményt ad, gyakorlati alkalmazhatóságuk azonban függ a kutatási elrendezéstől és a konkrét kérdésektől. A denziométer adatai kevésbé megbízhatóak.

2. A három különböző módszerrel kapott fényértékek heterogenitása szorosabb összefüggést mutat egymással és a vad szeder borításával is, mint a fényértékek átlaga.

3. A vizsgált állományok alapján a lágyszárúak esetében a fajszám, mohák esetében az összborítás, a magoncok esetében mindkét közösségi változó pozitívan korrelál a fény mennyiségével.

4. Faji szinten vizsgálva a fény-növény interakciókat, a lágyszárúakon belül elkülöníthetők olyan fajok, amelyek borítása nem mutat szignifikáns összefüggést a fénnel, valamint a megvilágítottsággal finomabb, illetve durvább térléptékben korreláló növények. Mohák esetében a talajlakó és a nyílt ásványi talajfelszínen élő fajok borítása gyakrabban mutat pozitív korrelációt a fény mennyiségével, mint az epifitonoké ill. epixyleké. A fűszárú magoncokon belül szintén elválnak az árnyéktűrő, illetve fénykedvelő fajok.

5. Egyetlen állományon belül a gyepszint és a mohaszint borításának térbeli mintázata egyaránt jól illeszkedik a fény mintázatához. Az állományok közötti összehasonlítások során fénnel korreláló növények állományon belüli mintázata a legtöbb esetben követi a fény mintázatát. Az állományok közötti vizsgálatban fénnel összefüggést nem mutató fajokra is jellemző lehet egyetlen állományon belül egy adott léptékű aggregáltság, ez azonban nem esik egybe a fény mintázatával. A lágyszárú fajok finomabb ( $10 \times 10 \text{ m}^2$ -es), míg a magoncok ennél durvább ( $25 \times 25 \text{ m}^2$ -es) léptékben mutatják a maximális összefüggést a fény mintázatával.

6. A lágyszárúak esetében a fénnel durvabb térbeli léptékben korreláló és a fénnel nem korreláló fajok megvilágítottsággal kapott összefüggései jól megfeleltethetők a fajok fényigény-indikátor értékeinek: előbbieik L-értékei rendszerint magasak, utóbbiaké pedig alacsonyak. A finomabb térléptékben korreláló fajok azonban – bár nem függetlenek a fénytől – mégis alacsony indikátor értékekkel rendelkeznek. A mohák és a fásszárúak fényigény-indikátor értékei kevésbé támasztják alá a fénnel kapott összefüggéseket, mint a lágyszárúaké.

## 4. Következtetések

1. A tRAYci modell használata elsősorban olyan esetekben javasolt, amikor egy vagy kevés állomány intenzív mintavételezése a cél. Az adatgyűjtés terepigénye ugyanis meglehetősen nagy, de sokoldalú információ nyerhető ki belőle, többféle felbontásban is. A LAI-2000 műszer ezzel szemben inkább gyors, extenzív mintavételre alkalmas.

2. Egyes esetekben – a tanulmányozott állományok szerkezetétől és összetételétől, valamint a vizsgált aljnövényzeti változótól függően – az aljnövényzetre gyakorolt hatás szempontjából érdemes lehet nem csak a fény mennyiségét, hanem annak heterogenitását is tekintetbe venni.

3. A lágyszárúak összborítását feltehetően a fényviszonyokon túl valamilyen egyéb háttérváltozó (pl. talaj savanyúsága) limitálhatja, ami miatt nagy megvilágítottság esetén sem jön létre nagy borításuk. A mohafajokat ezzel szemben a megfelelő típusú aljzat (pl. élő, vagy különböző stádiumú holt fa, nyílt talajfelszínnek) jelenléte befolyásolja, ezek hiányában a fényben gazdagabb területeken sem várható nagy fajgazdagság, ugyanakkor néhány, az aljzat szempontjából opportunistá faj nagy borítást érhet el.

4. A lágyszárú fajok a fényviszonyokra adott válasz szempontjából három markánsan elkülönülő funkciós csoportba sorolhatók. Az árnyéknövények (számos kétszikű, illetve páfrány) csak zárt lombkorona alatt fordulnak elő, borításuk a fény mennyiségével nem korrelál. A megvilágítottsággal finom léptékben korreláló fény-árnyék növények – bár a szakirodalom zárt erdei fajoknak tekinti őket – zárt állományban is megtalálhatók, de nyíltabb helyeken nagyobb borítást képesek elérni. A fénnel durvább léptékben korreláló féynövények elsősorban nem kifejezetten erdei fajok, hanem inkább rétek, vágásterületek – zömmel egyszikű – növényei. A térség sajátásaiból adódóan (a legsavanyúbb állományok az Őrségben a nyílt, fényben gazdag erdefenyvesek) ide kerültek a savanyúságjelző fajok is. Az erdőlakó mohákat ugyan hagyományosan árnyéktűrő fajoknak tekinti a szakirodalom, a talajlakó fajok borítását azonban a fény mégis nagymértékben meghatározza. Az epifiton és epixyl fajokat ezzel szemben alapvetően a megfelelő aljzattípus mennyisége limitálhatja. A magoncok közül a fajok között jól elkülöníthetők a fényigényes és az árnyéktűrő fajok. A cserjék esetében ez kevésbé kifejezett, itt más tényezők hatása is erős lehet.

5. Az idősebb, természetes dinamikájú erdőkben a lombkorona-szint heterogénné válása miatt kialakuló változatos fényviszonyok az aljnövényzet térbeli heterogenitását is maguk után vonják. Az egyetlen állományon belüli mintázatelemzés a legtöbb aljnövényzeti változó esetében alátámasztotta a sok állomány alapján feltárt, fényviszonyokra vonatkozó összefüggéseket. A lágyszárúak előfordulása elsősorban az egyes faegyedek elhelyezkedése által kialakított, finomabb fénymintázatot követi, míg a fásszárúak inkább a fény durvább léptékű mintázatahoz igazodnak, amelyet alapvetően az újulati szint feltjai határoznak meg.

6. A fény- és az árnyéknövények megvilágítottságra adott válasza jól leírható egyetlen számértékkel, így ebben az esetben az Ellenberg-féle fény-indikátor értékek jól alkalmazhatók. Ugyanakkor a fény-árnyék növények összetettebb viselkedése miatt ezek mutatói kevésbé megbízhatóak. Mohafajok esetében szintén nem kapunk reális képet a faj fényigényéről az ökológiai indikátorértékek alapján, amely magyarázható egyrészt azzal, hogy a mohákat elsősorban a mikroélőhelyek befolyásolják, így a fényviszonyok szélesebb skáláját képesek tolerálni. Másrészt a mohák indikátor értékei valószínűleg kevésbé kidolgozottak és megalapozottak.

A fényviszonyok és az aljnövényzet között feltárt összefüggések nemcsak tudományos szempontból fontosak, hanem az erdészeti, természetvédelmi gyakorlat számára is hasznosak lehetnek.

## 4. A tézisek alapjául szolgáló közlemények

### *Referált tudományos folyóiratban megjelent publikációk*

- Tinya, F., Márialigeti, S., Király, I., Németh, B. és Ódor, P. (2009): The effect of light conditions on herbs, bryophytes and seedlings of temperate mixed forests in Őrség, Western Hungary. *Plant Ecology*, 204: 69-81. IF (2009): 1,567.
- Tinya, F., Mihók, B., Márialigeti, S., Mag, Zs. és Ódor, P. (2009): A comparison of three indirect methods for estimating understory light at different spatial scales in temperate mixed forests. *Community Ecology* 10: 81-90. IF (2009): 0,792.

### *Konferencia előadás vagy poszter kivonatok*

- Tinya, F. (2007): The effect of light on understory vegetation in temperate mixed forests in Őrség, Western Hungary. In: Zupan, E., Vinko, D. és Creegen, S. J. J. (szerk.): International Life Sciences Students' Conference – Life with Science: Book of abstracts, Ljubljana, 70.
- Tinya, F., Mihók, B., Márialigeti, S., Németh, B., Mazál, I., Mag, Zs. és Ódor, P. (2006): Indirekt fénymérési módszerek vizsgálata őrségi erdőkben. In: Szentesi, Á., Szövényi, G. és Török, J. (szerk.): 7. Magyar Ökológus Kongresszus – Előadások és posztterek összefoglalói, Budapest, 205.
- Tinya, F. és Ódor, P. (2009): A fény és az aljnövényzet mintázatának összefüggése a Szalafői Őserdőben. In: Körmöczi, L. (szerk.): 8. Magyar Ökológus Kongresszus – Előadások és Posztterek Összefoglalói, Szeged, 219.
- Tinya, F. és Ódor, P. (2009): The effect of light on forest understory in deciduous-coniferous mixed forests in Western Hungary. In: 2<sup>nd</sup> European Congress of Conservation Biology "Conservation biology and beyond: from science to practice" Book of abstracts, Czech University of Life Sciences, Faculty of Environmental Sciences, Prague, 217.
- Tinya, F., Ódor, P., Németh, B., Márialigeti, S., Mazál, I. és Mag, Zs. (2008): Fényviszonyok hatása az erdei aljnövényzetre őrségi erdőkben. *Kitaibelia*, Különszám az Aktuális Flóra- és Vegetációkutatás a Kárpát-medencében VIII. című konferenciára, Gödöllő, 13: 194.



## 5. A dolgozat témájához kapcsolódó egyéb publikációk

- Mag, Zs., Mazál, I., Márialigeti, S., Németh, B., Tinya, F. és Ódor, P. (2006): A faállomány hatása a madárközösségekre az őrségi erdőkben. In: Szentesi, Á., Szövényi, G. és Török, J. (szerk.): 7. Magyar Ökológus Kongresszus – Előadások és posztterek összefoglalói, Budapest, 136.
- Márialigeti, S., Németh, B., Tinya, F. és Ódor, P. (2009): The effects of stand structure on ground-floor bryophyte assemblages in temperate mixed forests. *Biodiversity and Conservation*, 18: 2223-2241. IF (2009): 2,066.
- Márialigeti, S., Ódor, P., Németh, B. és Tinya, F. (2008): Erdei mohaközösségek és a faállomány összefüggései az Őrség erdeiben. *Kitaibelia*, Különszám az Aktuális Flóra- és Vegetációkutatás a Kárpát-medencében VIII. című konferenciára, Gödöllő, 13: 176.
- Ódor, P., Király, I., Mag, Zs., Márialigeti, S. és Tinya, F. (2009): A faállomány hatása különböző élőlénycsoportok összetételére és diverzítására az őrségi erdőkben. In: Körmöczy L. (szerk.): 8. Magyar Ökológus Kongresszus – Előadások és Posztterek Összefoglalói, Szeged, 166.
- Ódor, P., Mag, Zs., Márialigeti, S., Tinya, F., Németh, B. és Mazál, I. (2007): Effect of stand structure and tree species composition on different organism groups. In: Natural hazards and natural disturbances in mountain forests. Book of abstracts, Trento, Italy.
- Ódor, P., Márialigeti, S., Mag, Zs., Király, I., és Tinya, F. (2008): A faállomány és különböző erdei élőlénycsoportok kapcsolata az őrségi erdőkben. In: Lengyel, Sz., Mihók, B., Lendvai, Á. Z. és Sólmos, P. (szerk.): Molekuláktól a globális folyamatokig. V. Magyar Természetvédelmi Biológiai Konferencia, 2008. november 6-9. Program és absztrakt-kötet. 137.
- Ódor, P., Márialigeti, S., Mag, Zs., Lengyel-Király, I. és Tinya, F. (2009): The effect of stand structure on different organism groups in mixed deciduous-coniferous forests in Hungary. In: 2<sup>nd</sup> European Congress of Conservation Biology "Conservation biology and beyond: from science to practice" Book of abstracts. Czech University of Life Sciences, Faculty of Environmental Sciences, Prague, 97.
- Ódor, P., Tinya, F., Márialigeti, S., Mag, Zs. és Király, I. (2008): A faállomány és különböző erdei élőlénycsoportok kapcsolata az őrségi erdőkben. In: Sólmos, P. (szerk.): KÖSzi 2008 – „Életre keltett adatok”. A 3. Kvantitatív Ökológiai Szimpózium program és

absztrakt kötet, Budapest, 22.

Ódor, P., Tinya, F., Márialigeti, S., Mag, Zs. és Király, I. (2011): A faállomány és különböző erdei élőlénycsoportok kapcsolata az őrségi erdőkben. *Erdészeti Lapok*, 146: 23-26.